

Отзыв

ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Галымжана Адилова «Разработка основ технологии полной переработки медеплавильных шлаков с получением востребованных металлических и керамических изделий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов

Актуальность темы исследования

Переработка шлаковых отвалов, в том числе и в медеплавильном производстве, является важной научной и производственной задачей. Значительный объем шлаков, накопленных за годы производства, требует больших площадей хранения и неблагоприятно отражается на экологической обстановке районов складирования.

Дополнительно необходимо учитывать, что помимо основных компонентов железа и меди, шлаки содержат серу, цинк, мышьяк и другие элементы, по которым промышленность России испытывает значительные потребности на внутреннем рынке.

Поэтому необходим комплексный подход, направленный на полную переработку шлаковых отвалов и дополнительному извлечению полезных примесей из медеплавильного шлака.

Структура и анализ работы

Работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов. Диссертация изложена на 97 страницах, содержит 34 рисунка, 19 таблиц и список литературы из 110 наименований.

Содержание диссертации достаточно полно и адекватно отражено в тексте автореферата.

Во введении автором обоснована актуальность и степень разработанности темы, указан объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи исследования, описана научная новизна, теоретическая и практическая значимость, представлены положения выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрена общая характеристика медеплавильных шлаков. Представлены основные проблемы их переработки. Сформулированы общие технологические решения переработки медеплавильных шлаков. Для извлечения меди, кобальта и других цветных металлов целесообразно использовать гидрометаллургические методы, а цинк и железо извлекать пирометаллургическими методами. Для этого возможно использовать технологии прямого восстановления железа, восстановления и возгонки цинка в одном агрегате. В дальнейшем, восстановленный железосодержащий продукт, переплавляется в дуговых сталеплавильных печах с получением мелющих шаров. Получаемый шлак используется в качестве пропантов в нефтеперерабатывающей промышленности.

Во второй главе представлено исследование структуры и морфологии медеплавильных шлаков. Представлен фракционный состав шлака, средний химический состав и состав основных фаз. Проведено термодинамическое моделирование восстановления компонентов шлака с использованием программного комплекса. Для выполнения расчетов необходимо было выполнить уточнения термодинамических констант для фаялита. Показана возможность появления цинка в газовой фазе в двух температурных диапазонах: 750-810 °С за счет восстановления данного элемента углеродом из оксида цинка и 1020-1100 °С за счет уменьшения концентрации сульфида цинка и повышении концентрации сульфида железа и сульфида меди. Дальнейшее повышение температуры до 1230 °С приводит к появлению более устойчивого сульфида кальция, при одновременном уменьшении количества сульфида железа, что приводит к увеличению металлического железа в готовом продукте. На основе теоретических расчетов, в лабораторных

условиях, проведены эксперименты по твердофазному восстановлению железа с одновременным вельцеванием цинка с последующим пирометаллургическим разделением продуктов восстановления. В результате плавления получался чугуи и шлак с содержанием оксидов кальция, алюминия и магния, а также оксид цинка, осажденный на электроде.

В третьей главе рассмотрено изготовление из получившегося, после проплавления, металла в готовую продукцию – мелющие шары. Проведены термодинамические расчеты и лабораторные эксперименты по влиянию легирующих добавок на эксплуатационные свойства мелющих шаров. Определены дополнительные технологические операции, необходимые для повышения качества производимой продукции, по предложенной схеме переработки отходов медеплавильного производства.

В четвертой главе рассматривается вопрос производства пропантов из вторичного шлака. Для этого проведены опытные плавки по расплавлению шлака и получения из него сферических гранул различной фракции. В дальнейшем была проведена работа по определению прочности пропантов. Испытания показали, что получившийся продукт по прочности соответствует ГОСТу 54571-2011. Дополнительно проведена работа по повышению кислотоустойчивости пропантов. Для этого готовые изделия покрывали фенолформальдегидной смолой, в некоторых экспериментах в несколько слоев, что привело к повышению их кислотоустойчивости.

В пятой главе представлен расчет экономического эффекта и технологические рекомендации переработки медеплавильных шлаков. Предполагаемый экономический эффект более 30,5 млн. руб.

В целом, в пятой главе отчетливо видно, что автор достиг поставленной цели и выполнил намеченные задачи. Представил без отходную технологию переработки медеплавильных шлаков с получением товарного вида продукции.

Научная новизна исследования:

- термодинамическим расчетом определены условия селективного твердофазного восстановления железа в компонентах медеплавильного шлака. Показано, что в кристаллической решетке магнетита железо восстанавливается твердым углеродом при температуре выше 600 °С, а в фаялите – при температуре выше 900 °С;

- в результате термодинамического моделирования определён химический состав металла, обеспечивающий высокую твердость, при сравнительно высокой износостойкости мелющих тел, из получаемого металлосодержащей части медеплавильного шлака. Металл должен содержать меди около 1%, кремния около 3,5% при содержании углерода около 3,5%;

- установлено влияние концентрации неизбежно присутствующих в металле, из медеплавильного шлака примесей (C, Cu, Si, S), на эксплуатационные характеристики мелющих тел: углерод является основным строкурообразующим элементом, кремний повышает содержание феррита в перлите, сера увеличивает содержание ледебуритной эвтектики в сером чугуне, медь повышает содержание аустенита;

- впервые определен температурный режим термообработки, обеспечивающий полную кристаллизацию и высокие показатели прочности пропантов, полученных из вторично образованных медеплавильных шлаков с добавлением MgO. Для обеспечения полной кристаллизации пропантов следует провести высокотемпературный нагрев при температуре 800 °С и выдержкой 1 час.

Теоретическая и практическая значимость работы:

- определены условия селективного твердофазного восстановления железа в кристаллической решетке магнетита и фаялита, содержащихся в медеплавильном шлаке. Определён химический состав металла из металлосодержащей части медеплавильного шлака, обеспечивающий высокую твердость при относительно высокой износостойкости мелющих тел.

Разработан чугунный мелющий продукт, содержащий серу и медь, пригодный к использованию в измельчающих машинах в качестве помолоченного продукта. Разработаны состав и технология получения пропантов – расклинивающего агента, пригодного к использованию в нефтяной промышленности для гидроразрыва пласта. Предложена технологическая схема и набор технологического оборудования для безотходной ресурсосберегающей пирометаллургической технологии утилизации медеплавильных шлаков;

- экспериментально подтверждена возможность твердофазного восстановления железа и цинка твердым углеродом в легкоплавком медеплавильном шлаке;

- подтверждена возможность жидкофазного разделения плавлением продуктов металлизации медеплавильного шлака с получением в зависимости от условий разделения металла в виде чугуна, стали или сплава с повышенным содержанием кремния, пригодных для производства востребованной металлопродукции, а именно мелющих шаров, и шлака, пригодного для производства пропантов – качественного керамического продукта для нефтяной промышленности;

- предложена технологическая схема и набор технологического оборудования, включающий трубчатую печь для предварительного восстановления железа и возгонки цинка, дуговую печь для разделения продуктов металлизации, обеспечивающие безотходную ресурсосберегающую пирометаллургическую технологию утилизации медеплавильных шлаков.

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждается:

- использованием надежных справочных данных и современного программного обеспечения, соответствием сделанных на основе этих расчетов выводов и рекомендаций экспериментальным результатам;

- применением современного оборудования при проведении высокотемпературных экспериментов;
- применением широко распространенных, разнообразных и апробированных методов исследования;
- высоким качеством и точностью исследовательского оборудования, применяемого при анализе экспериментальных результатов;
- соответствием полученных результатов данным других исследований.

Замечания и вопросы по диссертационной работе Галымжана Адилова:

1. В таблицах приведено массовое содержание элементов, лучше было бы привести полученные данные в виде оксидов.
2. Требования по твердости шаров. Согласно ГОСТ 7524-2015 подразделяют на 5 групп. В диссертации представлено только 4 группы.
3. Если кремний повышает содержание феррита в перлите то, чем обусловлено повышение твердости чугуна при повышении концентрации кремния?

Заключение

Диссертация и автореферат Галымжана Адилова находятся в соответствии между собой и не имеют противоречий. По содержанию они соответствуют паспорту специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов. Основные положения диссертационной работы в достаточной мере апробированы опубликованные по теме диссертации печатные работы и автореферат достаточно полно отражают ее содержание (в том числе издания ВАК, Scopus, WoS).

Личное общение с диссертантом показало хорошее владение рассматриваемым научным материалом, умение ставить задачи, обосновывать свою точку зрения.

Несмотря на представленные замечания, носящие в основном частный, дискуссионный характер, и не снижающих общую положительную оценку

работы, с учетом актуальности выбранного направления, обоснованности и новизны технических решений и значимости разработки безотходной технологии переработки шлаков, можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Галымжана Адилова является законченной научно квалификационной работой, и содержит все необходимые квалификационные признаки, соответствующие п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), предъявляемые к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Галымжан Адилов, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Отзыв составил:

Главный специалист
научно-исследовательского центра
АО ЕВРАЗ НТМК, к.т.н., доцент.

Анатолий Алексеевич Метелкин

Я, Метелкин Анатолий Алексеевич, автор отзыва, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Сведения о лице, составившем отзыв:

Почтовый адрес: 622025, Нижний Тагил, ул. Metallургов, д. 1.

Телефон: +7 (3435) 491231; эл. почта: anatoliy82@list.ru,

01 июля 2024 г.

Подпись Метелкина А.А. удостоверяю:

Начальник бюро изобретательской
и патентной работы



В.Ж. Бальян